Urologe 2021 · 60:1125–1140
https://doi.org/10.1007/s00120-021-01610-9
Angenommen: 9. Juli 2021
Online publiziert: 5. August 2021
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Digitale Transformation in der Urologie – Chance, Risiko oder Notwendigkeit?

T. Loch[1] · U. Witzsch[2] · G. Reis[3]

[1] Klinik für Urologie, DIAKO Krankenhaus gGmbH, Akademisches Lehrkrankenhaus der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Flensburg, Deutschland

[2] Klinik für Urologie und Kinderurologie, Krankenhaus Nordwest GmbH, Stiftung Hospital zum Heiligen Geist, Frankfurt/Main, Deutschland

[3] Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Kaiserslautern, Deutschland

Zusammenfassung

Letztendlich ermöglichen neue (digitale) Techniken und KI-Anwendungen (künstliche Intelligenz) eine Veränderung des Arbeitsumfelds in der Urologie. Dies kann eine Chance zur Weiterentwicklung sein aber auch eine Veränderung bewirken, die nicht gewünscht ist. Möglicherweise sind Anpassungen der Arbeitsabläufe notwendig – sog. disruptive Prozesse führen zu grundlegenden Veränderungen. Im Rahmen der digitalen Transformation verändert sich unsere Art zu arbeiten. Klassische Hierarchien, Arbeitszeiten und Arbeitsumfelder lösen sich zugunsten kreativer und flexibler Arbeitsmodelle und Unternehmensstrukturen auf. Klinik und Praxis in der Urologie müssen sich auf veränderte Anforderungen vorbereiten und Antworten geben können.

Schlüsselwörter
Künstliche Intelligenz · Telemedizin · Gesundheitswesen · Datensicherheit · Präzisionsmedizin

Die digitale Transformation (DT) bezeichnet einen fortlaufenden, in digitalen Technologien begründeten Veränderungsprozess, der in medizinischer Hinsicht die Versorgung in Klinik und Praxis betrifft. Dies ist z. T. dadurch begründet, dass die Medizin rasch an Komplexität gewinnt und zugleich steigenden Effizienz- und Qualitätsansprüchen gerecht werden muss. Im Gegensatz zu industriellen Prozessen bedarf es aber in der Medizin immer der besonderen Berücksichtigung des Arzt-Patienten-Verhältnisses.

Digitalisierung kann hier als störend empfunden werden, da in der Transformation der Eindruck für den Patient entstehen kann, dass der Arzt sich mehr mit dem Computer beschäftigt als mit ihm. Andererseits können aber auch die unmittelbare Verfügbarkeit von Bildern und Befunden mit digitalen Erklärmodellen hohe Kompetenz und Vertrauen erzeugen. So ist es nicht die Digitalisierung, die den eigentlichen Fortschritt erzeugt, sondern der Prozess, der die Möglichkeiten innovativer Techniken zum Vorteil werden lässt.

Digitale Teilhabe

Eine Gefahr der DT könnte sein, dass „digital immigrants", also diejenigen, die in der Vor-Computerära geboren wurden, von den „digital natives", also denjenigen, die in der Computerära – etwa ab 1980 – geboren wurden, „abgehängt" werden. In der urologischen Klinik und Praxis gibt es sowohl bei Patientinnen und Patienten wie bei Ärztinnen und Ärzten in den oben aufgeführten Gruppen Hemmungen und Ängste, die kaum oder nur sehr schwierig zu überwinden sind. „Digital natives" und „digital immigrants" müssen lernen, ethisch und moralisch angemessen miteinander umzugehen. Gerade im medizinischen Bereich ist es daher notwendig, zumindest bis es nur noch „digital natives" gibt, die ärztliche Beratung ggf. mit Doppelversorgung sicherzustellen.

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (https://doi.org/10.1007/s00120-021-01610-9) enthält Hintergrundinformationen zu den im Artikel aufgezählten Hemmnissen der digitalen Transformation.

QR-Code scannen & Beitrag online lesen

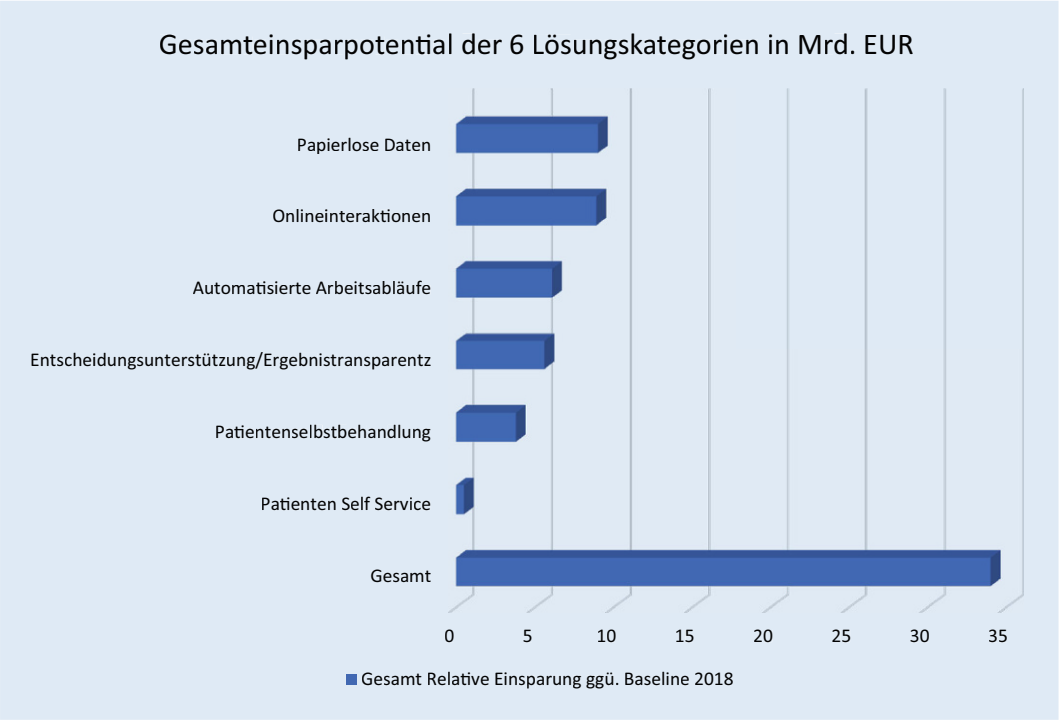

Abb. 1 ◀ Chancen nach Mc Kinsey: Einführung von 26 digitalen Technologien verspricht einen ökonomischen Nutzen von bis zu 34 Mrd. € p. a. und entspricht 12 % der gesamten Gesundheits- und Versorgungskosten in Deutschland. (Mod. nach BMI, Statistisches Bundesamt; McKinsey Digitalisierung im Gesundheitswesen: die Chancen für Deutschland-Analyse [20])

Chancen durch Digitalisierung in deutschen Krankenhäusern

Letztendlich ermöglichen neue (digitale) Techniken eine Veränderung des Arbeitsumfelds. Dies kann eine Chance zur Weiterentwicklung (◘ **Tab. 1**) sein aber auch eine Veränderung bewirken, die nicht gewünscht ist. Möglicherweise sind Anpassungen der Arbeitsabläufe notwendig.

» Neue digitale Techniken ermöglichen eine Veränderung des Arbeitsumfelds

Sogenannte disruptive Prozesse führen zu grundlegenden Veränderungen. Insbesondere in der Phase der Transformation im klinischen Alltag liegen Gefahren, da hier die Konzentration auf den eigentliche Prozess durch die Umstellung abgelenkt wird.

Gerade die Coronapandemie hat gezeigt, dass eine traditionelle Arbeitsumgebung zumindest zeitweise in eine Sackgasse führen kann. Die Fortführung von Sprechstunden ist digital durchaus möglich – aber die wenigsten Ärzte waren darauf vorbereitet. Die Umstellung von Fortbildungsveranstaltungen auf Online-Formate war im Rahmen der Kontaktbeschränkungen notwendig und hat sich schnell etabliert.

Hier zeigt sich, dass eine kontinuierliche DT notwendig ist, um für zukünftige Aufgaben, Herausforderungen und Veränderungen gerüstet zu sein. Der Anspruch muss also sein, die neuen Techniken nach Beurteilung ihrer Chance auf Steigerung der Effektivität, Sicherheit und Effizienz zum Einsatz zu bringen (◘ **Abb. 1**).

Klinischer Einsatz

Dem klinischen Einsatz sind theoretisch keine Grenzen gesetzt. Grundvoraussetzung ist hier aber an erster Stelle immer die Einwilligung der Patienten. Das papierlose Gesundheitssystem ist keine Utopie. Allerdings erfordert es hierzu allgemeingültiger Regeln zur Vernetzung und eine entsprechende Infrastruktur. Stand-alone-Systeme müssen vernetzt werden. Die Erfassung von Daten sollte immer am Ort der Entstehung erfolgen. Hierzu ist die Integration von mobilen Endgeräten in die Informationstechnik (IT) Infrastruktur notwendig.

Allerdings muss die Erfassung zeitneutral erfolgen, dies ist sicherlich eine Herausforderung. Ohne weitere Bearbeitung oder aktive Übertragung sollten diese dann in die Patientenakte übernommen werden. Die Übertragung zwischen den informationellen Einheiten könnte entweder durch den Patienten mittels Datenträger oder via Netz erfolgen.

Was hemmt die DT?

- Jahrzehntelang genutzte Routinen,
- Finanzierbarkeit und Know-how,
- Angst vor Veränderungen (bei Ärzten und Patienten),
- Angst vor Verlust des Arbeitsplatzes,
- fehlende Innovation in den Vergütungssystemen,
- starre Hierarchien und Abteilungsdenken,
- Datenschutz,
- fehlende (adäquate) lokale IT Infrastruktur,
- fehlende Infrastruktur zur flächenübergreifenden Vernetzung.

Wie und warum hemmen diese Gründe die DT? (s. ergänzendes online Material)

Status quo im Gesundheitswesen in Deutschland

Im Digitalisierungsreport des Bundeswirtschaftsministriums von 2018 steht das Gesundheitswesen im Grad der Digitalisierung an letzter Stelle (◘ **Abb. 2**; [21]). Dies

Hier steht eine Anzeige.

Springer

Tab. 1 Quelle: Digitalisierung in deutschen Krankenhäusern, McKinsey [18]	
Steigerung der Prozesseffizienz	32,4 %
Steigerung der Behandlungsqualität	21,6 %
Verringerung des Dokumentationsaufwands	18,0 %
Steigerung der Patientenzufriedenheit	15,3 %
Verringerung der Verweildauer	9,0 %
Steigerung der Fallzahlen	3,6 %

ist aber nicht erstaunlich, da im Gesundheitswesen die Digitalisierung nicht als wichtig eingeschätzt wurde. Trotzdem ist man im Gesundheitswesen am unzufriedensten mit dem Grad der Digitalisierung.

Im Gesundheitswesen war die Digitalisierung jahrelang aber kein strategisches Unternehmensziel, obwohl im Vergleich zu anderen Branchen die Investitionen im IT-Bereich einen relativ hohen Anteil haben (◘ **Abb. 3**).

Bei den zehn Branchen, die explizit im Digitalisierungsindex des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) seit 2020 betrachtet werden, ist das Gesundheitswesen nicht mehr vertreten.

Wie beurteilt die deutsche Urologie die DT?

An einer ganz aktuellen nicht repräsentativen Umfrage unter deutschen Urologinnen und Urologen nahmen bis zur ersten Auswertung Kollegen in einem Durchschnittsalter von 46 Jahren teil. 88 % waren Fachärzte; 40 % arbeiten in einer Praxis und 58 % an einer Universitätsklinik oder akademischem Lehrkrankenhaus. 48 % sind seit über 20 Jahren ärztlich tätig, 26 % 10 bis 20 Jahre und 12 % weniger als 5 Jahre. 68 % sind in einer Großstadt tätig und nur 8 % im ländlichen Bereich (◘ **Abb. 4a–c**).

Eine Videosprechstunde führen nur 12 % durch, wohingegen immerhin 38 % an webbasierten Tumorkonferenzen teilnehmen. 78 % schätzen den Digitalisierungsprozess als sinnvoll oder sehr sinnvoll ein, lediglich 6 % halten ihn für nicht sinnvoll (◘ **Abb. 4d**). 70 % verwenden bereits eine digitale Krankenakte und 26 % wollen diese einführen, lediglich 4 % planen keine Einführung (◘ **Abb. 5**). Die Majorität der Befragten haben zur kompletten Digitalisierung der Krankenakten keine Bedenken.

Bei den meisten Befragten erfolgte die Digitalisierung in den letzten 4 Jahren davon bei der Hälfte in den letzten 1–2 Jahren. Für einen kompletten Ausfall der IT haben 30 % kein Konzept oder es ist nicht bekannt, 40 % haben sich nicht damit beschäftigt, 12 % haben ein Ausfallkonzept das in der IT gespeichert ist. Lediglich 18 % halten ein papierbasiertes Ausfallkonzept vor (◘ **Abb. 6a, b**).

Kulturelle Umbrüche

Die DT kann mit kulturellen Veränderungen einhergehen. IT-basierte Kommunikation kann zu Missverständnissen führen, da weiche Faktoren wie Körpersprache, Mimik und Gestik zumindest in der schriftlichen Kommunikation nicht übermittelt werden. Andererseits kann die unbegrenzte Erreichbarkeit zu einer Überlastung oder falschen Anspruchshaltung führen. Muss z. B. eine Videosprechstunde „24/7" durchgeführt werden, weil es die technischen Voraussetzungen erlauben? Wäre das gewollt, bestünde die Notwendigkeit von völlig neuen Arbeitsstrukturen bzw. Arbeitszeitmodellen in der Urologie.

» IT-basierte Kommunikation kann zu Missverständnissen führen

Von Seiten der Patienten werden immer mehr die Fragen nach digitaler Kommunikation oder digitalen Inhalten gestellt. Hier gilt es der Nachfrage ein adäquates Angebot entgegenzusetzen. Wenn dies nicht von Seiten der Urologen erfolgt, werden andere diesen Markt für sich entdecken und nutzen. Die IT-Industrie hat hier bereits Projekte in Vorbereitung.

Technische Rahmenbedingungen

Digitale E-Government-Leistungen, -Dienste und -Daten benötigen eine adäquate digitale Infrastruktur. Eine moderne digitale Infrastruktur ist ein wichtiger Faktor und die Basis für kreative und innovative Ideen. Hierzu zählen insbesondere die Voraussetzungen für Nutzung und Entwicklung künstlicher Intelligenz (KI) und die Veröffentlichung und Verwendung von offenen Daten („open data").

Auch die Auswahl der Hardware ändert sich mit dem Grad der Digitalisierung. Werden z. B. Aufklärungsbögen aus dem klinischen Informationssystem (KIS) gedruckt, bei der Aufklärung beschrieben und dann gescannt, sind Drucker, Scanner und Papier notwendig. Ebenso muss Personal vorhanden sein, um die Dokumente zu scannen. Im vollständig digitalen Environment erfolgt lediglich der Aufruf des Bogens auf einem Tablet, auf dem die Aufklärung dann dokumentiert wird und dokumentenecht unterschrieben wird. Drucker, Scanner, Papier und Personal zum Scannen sind überflüssig geworden, allerdings spezielle Tablets mit drucksensiblen Oberflächen notwendig.

Die Defizite im Gesundheitswesen scheinen zumindest erkannt zu sein. Hier bietet die Förderung nach dem Krankenhauszukunftsgesetz[1] zumindest die theoretische Möglichkeit der Verbesserung im Sinne einer „Anschubfinanzierung". Ohne eine leistungsfähige Netzinfrastruktur in und zwischen den Gesundheitseinrichtungen wird die Digitalisierung in der Medizin weiter stagnieren. Eine Voraussetzung zur Digitalisierung ist die Verwendung von sicheren Systemen, d. h. die Programme müssen gewissen Standards zur Vernetzung aber auch zur Sicherheit genügen. Entsprechende Zertifikate erstellt unter anderem die Kassenärztliche Vereinigungen[2] (KV).

Datensicherheit

Die Datensicherheit, insbesondere aber die Sicherheit der Abläufe, muss gegeben sein. Die Speicherung der Daten kann auf internen Rechner erfolgen. Alternativ sind aber auch externe Anbieter (Cloud) denkbar. Bei der Nutzung von externen Anbietern sind allerdings die Datensicherheit und der Datenschutz zu regeln. Hier stellt sich die Frage, ob dies immer möglich ist. Das jüngste Beispiel eines Brandes in einem Rechenzentrum eines Cloud-Anbieters zeigt, dass Datenverlust durchaus möglich ist. Der Verlust der Patientenakten wäre nicht nur informationstechnologisch fatal auch

[1] Wortlaut des Krankenhauszukunftsgesetzes (KHZG) im Bundesgesetzblatt.

[2] Zertifizierungsrichtlinie der KBV.

Abb. 2 ◄ Digitalisierungsgrad nach Branchen (*IKT* Informations- und Kommunikationstechnik). (Quelle: Digitalisierungsreport des Bundeswirtschaftsministriums von 2018 des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi])

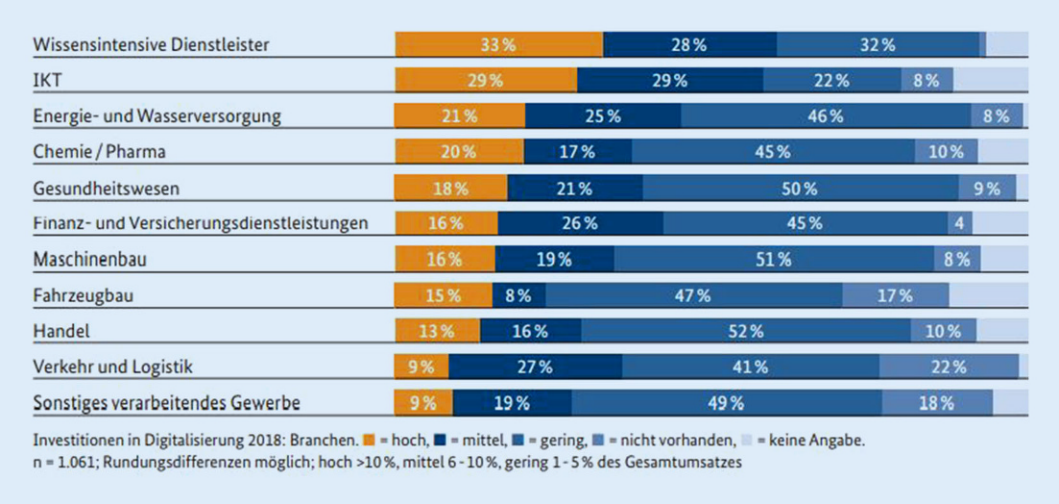

Abb. 3 ◄ Digitalisierungsinvestitionen nach Branchen. (Quelle: Digitalisierungsreport des Bundeswirtschaftsministeriums von 2018 des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [BMWi, *IKT* Informations- und Kommunikationstechnik])

die Aufbewahrungsfristen könnten nicht mehr eingehalten werden.

» Die Datensicherheit, insbesondere aber die Sicherheit der Abläufe, muss gegeben sein

Je mehr Prozesse über die IT unterstützt bzw. gesteuert werden, desto größer wird der Aufwand, die IT zu betreiben. Nicht unbeachtet bleiben darf die Weiterführung des Betriebs bei Ausfall der IT. Hier müssen Konzepte entwickelt werden, welche Bereiche priorisiert Ersatzlösungen bekommen bzw. vorhalten, wo auf Papier umgestiegen werden kann und auf welche Prozesse ggf. kurzfristig verzichtet werden kann.

Datenspende als Basis für den Fortschritt

In der DT wurden seit Beginn des 21. Jahrhunderts enorme Erfolge im Bereich der KI erzielt. Heute existieren KI-Methoden mit schier unglaublicher Leistungsfähigkeit. Sie decken bereits viele Bereiche ab, z. B. Bildverarbeitung, Sprachverstehen und Übersetzung, Prozesssteuerung, Extraktion von Mustern, die auch für die Medizin von großer Bedeutung sind. Die Anwendungsgebiete reichen von der Diagnoseunterstützung bis hin zur Versorgungsplanung und stellen einen wichtigen Beitrag für die personalisierte Medizin dar.

Es stellt sich allerdings bis heute als überaus schwierig dar, die zum Training der KI notwendigen Daten zu erheben. Sowohl der unumstrittene wichtige Datenschutz als auch die z. T. begründete Angst der Patienten erschweren die Akkumulation medizinischer Daten zum Training von KI. Zudem ist es aktuell sehr schwer, repräsentative Datensätze zu erzeugen, die große Teile der Bevölkerung abdecken und die Entwicklung allgemeingültiger KI unterstützen.

Umso größer ist der Bedarf an Mechanismen zur Unterstützung von Datenspenden, bei denen Patienten selektiv Daten für Forschung und Entwicklung zur Verfügung stellen können. Zu diesen Mechanismen zählen Informationsportale für Patienten, die über Art und Umfang der Datenverwendung aufklären, Datenmanagementmethoden zur Unterstützung effektiver Speicher- und Zugriffsverfahren sowie regulatorische Maßnahmen zur Vermeidung von Missbrauch.

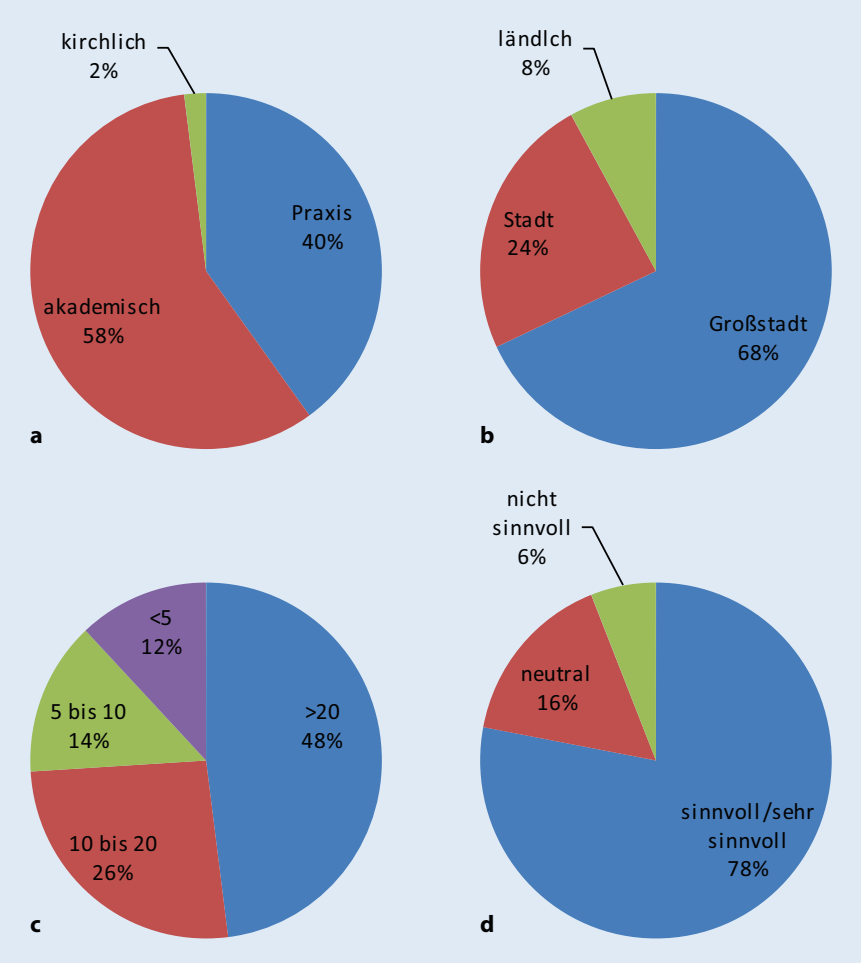

Abb. 4 ▲ Umfrageergebnis: Demographie und Beurteilung des Digitalisierungsprozesses in der Urologie 2021. **a** Arbeitsumfeld, **b** Region der Tätigkeit, **c** Zeit als Arzt in Jahren, **d** Digitalisierungsprozess

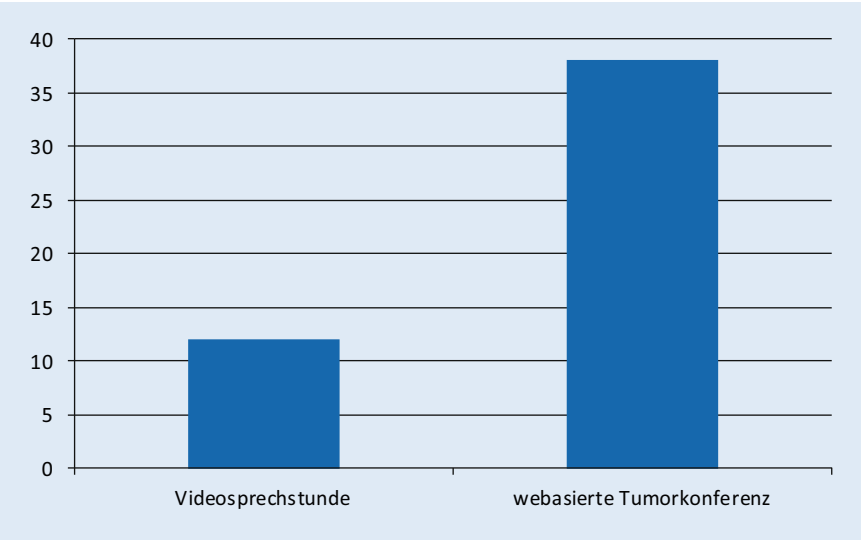

Abb. 5 ▲ Umfrageergebnis: Nutzung digitaler Formate (in Prozent)

Datenhoheit

Liegt die Datenhoheit beim Patienten, so ist es für die Leistungserbringer am einfachsten. Eine realistische Lösung ist dies momentan nicht. Die Leistungserbringer müssen quasi für alle ihre Patienten die Daten speichern. Dies ist im Grunde nichts neues, da die Dokumentations- und Aufbewahrungspflichten von der Digitalisierung nicht beeinflusst werden. Insofern steht der Leistungserbringer auch in der Verantwortung, mit der Weitergabe von Daten sorgsam umzugehen. Unabhängig von den normativen Gegebenheiten hat immer derjenige die besseren Argumente gegenüber Dritten in der Hand, der die Daten hält und kennt.

Telemedizinanwendungen

Zur Zeit werden auch in Deutschland, Österreich und der Schweiz Anwendungen in Pilotprojekten getestet, die es ermöglichen, medizinische Beratung über digitale Geräte wie dem Smartphone zu erhalten. Neben einer Ersteinschätzung und der Weiterleitung an einen Haus- oder Facharzt existieren nun auch erste Anwendungen, um Behandlungen unter Anleitung durchzuführen. Damit eine gute Versorgung der Patienten gesichert ist, werden ambulante Dienste oder der Hausarzt eingebunden.

Grundsätzlich von Vorteil ist der Gedanke, die Patientenversorgung auch in dünn besiedelten Gebieten sicherzustellen. Beschwerliche und potenziell nachteilige Anreisen für die oft stark beeinträchtigten Patienten können dadurch wegfallen. Es gibt jedoch noch signifikante Hürden, die überwunden werden müssen. Zum Beispiel muss sichergestellt werden, dass ein Fernarzt die zur Versorgung notwendigen Informationen (z. B. Bilder) in einer angemessenen Qualität erhält. Dies ist bei der sehr heterogenen Landschaft der Mobilgeräte jedoch aktuell nicht gegeben. Existierende mobile Geräte erzeugen Bilder, die zwar optisch schön aussehen, aber nicht dazu bestimmt sind, eine objektive Einschätzung eines medizinischen Sachverhalts (z. B. die Farbe eines Hämatoms) zu ermöglichen.

Völlig anders sieht die Situation aus, wenn genormte Geräte für die Datenerhebung genutzt werden. Diese können z. B.

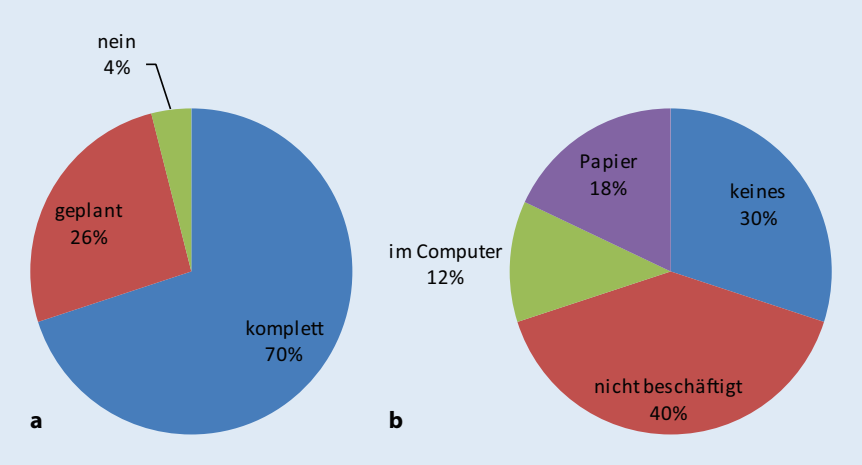

Abb. 6 ▲ Umfrageergebnis: **a** digitale Krankenakte und **b** Ausfallkonzept in Prozent

in einem entsprechenden Fahrzeug (mobile Ambulanz) verbaut sein. Anhand dieser Daten kann der Arzt sicher befunden und entsprechende Diagnosen erstellen. Die Behandlung selbst kann dann effektiv durch ausgebildete Fachkräfte unter Fernanleitung durch den Arzt erfolgen. Dieser Ansatz wurde bereits mit Erfolg in US-amerikanischen Einsatzfahrzeugen erprobt.

Neben den beschriebenen technischen Herausforderungen für eine normierte Datenerfassung und -kommunikation besteht eine noch viel größere Herausforderung auf der Seite des Patientenmanagements. Da man davon ausgehen kann, dass in Zukunft nicht nur ein Dienstleister am Markt existieren wird, muss man zugleich davon ausgehen, dass Patienten bei mehreren Diensten angemeldet sind. Es stellt sich somit unmittelbar die Frage, wie bereits erfasste Daten so gespeichert werden können, dass sie ubiquitär zugreifbar sind und zugleich entlang der gesetzlichen Maßgaben geschützt bleiben.

Aus dieser Sicht besteht daher der dringende Bedarf entsprechender Infrastrukturen, die ein effektives Management von Patientendaten ermöglichen. Diese müssen mindestens eine vollständige nationale und im optimalen Fall europäische Abdeckung bieten. Die bereits seit längerem im Gespräch befindliche elektronische Patientenakte (ePA) in ihren unterschiedlichen Ausprägungen kann ein erster, wichtiger Schritt in diese Richtung sein. Sie stellt aber per se keine Lösung des Problems dar, sondern bedient nur einen eher kleinen Aspekt zur DT des Gesundheitswesens.

Videosprechstunde

Im Rahmen der Coronapandemie wurden die Mengenbegrenzungen für Videosprechstunden im Kassenarztbereich aufgehoben [13]. Allerdings nur bis zum 30.06.2021. Dies lässt vermuten, dass die Digitalisierung z. T. auch durch administrative Prozesse gehemmt wird. Eine Videosprechstunde ist sicherlich auch außerhalb der Pandemie in ländlichen Gegenden mit großem Versorgungsgebiet der Praxen, aber auch für bestimmte Patientengruppe wie z. B. Gehbehinderte, sinnvoll. Will man eine solche durchführen, so muss es z. B. im Saarland beantragt, in Hessen angezeigt und in Mecklenburg-Vorpommern lediglich ein zertifizierter Anwender verwendet werden.

» Bei den virtuellen Sprechstunden kann es zu Qualitätsverlusten kommen

Zu Beginn der Coronapandemie konnte nach Berlin et al. [11] in Toronto, Kanada, die Frequenz der Sprechstunden Dank Einsatz von „virtual care" aufrechterhalten werden. Vor der Pandemie fanden 0,8 % virtuelle Kontakte statt. In der Pandemie 68 %. In 2 Monaten waren von den 22.085 virtuellen Kontakten 4197 per Video und 17.888 per Telefonsprechstunde. 82 % der Patienten und 72 % der Ärzte waren mit dem virtuellen Angebot zufrieden oder sehr zufrieden, allerdings schätzen 36 % der Onkologen, dass es bei den virtuellen Sprechstunden zu Qualitätsverlusten kommt.

Die Videosprechstunde führt aber auch zu weiteren Herausforderungen, wenn sie entlang des aktuellen Nutzerverhaltens bezüglich digitaler Dienste genutzt würde. In Umfragen wurde erhoben, dass die Nutzer sozialer Netzwerke in der Regel alle 8 min von diesen in ihren Tätigkeiten unterbrochen werden bzw. ihre Tätigkeiten zum Zwecke der Interaktion unterbrechen. Bei der durch Corona bedingten Heimarbeit stellt sich weiter heraus, dass auch etablierte Ruhezeiten wie die Mittagspause oder der Feierabend zunehmend durch digitale Medien unterbrochen werden und auch Videokonferenzen ohne Scheu für 12 Uhr oder nach 18 Uhr angesetzt werden.

In Folge würde dies auch für die virtuelle Sprechstunde bedeuten, dass man einen 24/7-Service anbieten muss. Dies ist durch einen einzelnen Arzt jedoch unmöglich zu leisten, sodass ein System medizinischer Callcenter etabliert werden müsste. Die zu erwartende effektive Qualität einer solchen Videosprechstunde wird dann vergleichbar der Qualität aktueller Callcenter sein.

Neben diesen eher düsteren Aussichten kann es aber durchaus sinnvoll und von großem Vorteil sein, wenn etablierte Patienten ihre/n Arzt/Ärztin des Vertrauens nach ordentlicher Absprache auch virtuell erreichen können. Mühevolle Anreisen sowie Wartezeiten könnten dadurch effektiv vermieden werden.

Insgesamt gesehen kann und sollte der direkte Kontakt zwischen Patient und Arzt nicht durch digitale Medien ersetzt werden.

Elektronische Patientenakte

Die Gesundheitskarte trägt im Moment nur Stammdaten und weitere rudimentäre Informationen. Als umfassendes Speichermedium der Krankengeschichte des Patienten wird sie noch nicht genutzt.

Technisch wäre dies kein Problem. Bereits in den 1990er-Jahren kamen die Frauen im australischen Outback mit ihrer kompletten Krankengeschichte zur Schwangerschaft inklusive Kardiotokogramm (CTG) etc. gespeichert auf einer

Chipkarte teils über tausende Kilometer in die Entbindungsklinik geflogen.

In Europa tut man sich z. T. schwerer. Ein Grund ist u. a. der Datenschutz. In Ländern mit Opt-in-Regelung (d. h. Der Patient muss, z. T. bis auf die Ebene des Einzelbefunds, zustimmen, dass der Behandler die Daten einsehen kann) wird wegen der Umständlichkeit dies System wenig genutzt (z. B. Frankreich). Gibt es eine Opt-out-Regelung (d. h. alle Daten auf der Karte können eingesehen werden, es sei denn, der Patient hat diese vorher gesperrt) so hat die ePA eine größere Akzeptanz (z. B. Estland und Dänemark). Die DSGVO[3] (Datenschutzgrundverordnung) sieht ausdrücklich die Nutzung lebenswichtiger Daten vor.

Ab 1. Juli 2021 wird die ePA als ein Bestandteil der Telematikinfrastruktur nach § 291 SGB V in Deutschland eingeführt. Elektronische AU und elektronisches Rezept sollen zeitnah folgen. Das Telekonsil wird nach EBM abrechnungsfähig sein, wenn es als eArztbrief über die KIM (Kommunikation im Medizinwesen) gestellt wird.

Das Bundessozialgericht hat Klagen gegen die Datenspeicherung auf der ePA abgewiesen. Es wies eine Beschwerde auch gegen die Auswertung der Daten ab. Der Beschwerdeführer habe es selbst in der Hand, durch Nicht-Erteilung der Einwilligung der Nutzung der ePA-Daten sein Recht auf informationelle Selbstbestimmung im geltend gemachten Maße durchzusetzen.

Elektronische Krankenakte

Die Einführung von elektronischen Krankenakten in der Praxis oder der Klinik ist im Gange oder schon erfolgt. Allerdings zeigen sich hier sehr unterschiedliche Qualitäten. Diese reichen vom Einscannen aller Befunde am Ende der Behandlung und Erstellung der „digitalen Akte" über eine elektronische Akte im KIS in der Befunde erstellt oder gescannt, Anordnungen getroffen und eine Fieberkurve erstellt wird bis hin zur elektronischen Akte, in der auch die Befundung vorstrukturiert ist und auswertbar gespeichert wird. Die elektronische Übermittlung von Befunden ist oft nicht möglich oder gar nicht vorgesehen. Auswertungen, auch zur Versorgungsforschung oder Übermittlung von Daten in z. B. das Krebsregister, können idealerweise bei entsprechender Datenstruktur erfolgen. Meist wird hierzu aber der Einsatz von Subsystemen mit z. T. redundanter Datenerfassung notwendig.

Digitale Gesundheitsanwendungen

Im Digitalen Versorgunggesetz[4] (DVG) vom 09.12.2019 wird das SGB V geändert und es werden digitale Gesundheitsanwendungen eingeführt. Hierbei handelt es sich um Apps, die der Verbesserung oder Überwachung des Gesundheitszustands dienen. Sie können von Ärzten verordnet werden und die Kosten von den Krankenkassen erstattet werden.

Ein Beispiel aus dem Bereich der Urologie ist eine App zur Therapie der erektilen Dysfunktion (ED). Hier werden Physiotherapie, Stressabbau, Fitness etc. über die App unterstützt und gemonitort. Der Patient hat dann einen Überblick über seinen Therapiestand.

Digitale Anwendungen in der Urologie

Die Anzahl der Apps, die für Urologen verfügbar bzw. von Urologen gestaltet werden, wächst rasant. Als Beispiel seien hier die Leitlinien oder Seiten zur Medikationsanpassung bei bestimmten Krankheiten genannt [1]. Des Weiteren gibt es aber auch von Urologen kreierte Anwendungen, um spezifische Fragestellungen zu bearbeiten. Exemplarisch seien hier Tools zur Unterstützung in der Risikoeinschätzung von Harnblasenkarzinomen oder bei der Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen erwähnt.

Der Zugriff auf Literatur via Internet ist heute oft die einzige Möglichkeit, da die Bibliothek größtenteils im Krankenhaus abgeschafft wurde. Letztendlich hat sich die Arbeitsumgebung verändert. Ein Arbeitsplatz für den Urologen bedarf einer Internetanbindung, in der diese vielen Möglichkeiten der Informationsbeschaffung zu nutzen sind. Im günstigsten Fall sind die in der Institution am meisten verwendeten oder empfohlenen Seiten als Favoriten im Browser hinterlegt. Die IT-Verantwortlichen müssen die Sicherheitseinstellungen des Browsers ggf. anpassen. Ein Aufruf von Seiten zur ED sollte erlaubt werden, auch wenn z. B. die Begriffe „Sexualität" oder „Erektion" primär gesperrt sind.

Fortbildung

Der Zwang zur Durchführung von Fortbildungen unter Coronabedingungen hat die DT auf diesem Gebiet deutlich beschleunigt. Große Kongresse (z. B. die Jahrestagung der DGU) wurden im Hybridformat durchgeführt. Hier zeigte sich, dass die zeitliche Nutzung, z. B. am Samstagnachmittag, deutlich anstieg. Kleinere Veranstaltungen werden seit 2020 fast nur noch online über diverse Programme durchgeführt.

Einerseits zeigte sich, dass die Urologen eine gewisse Flexibilität haben, da fast jeder spontan diese Angebote nutzte. Andererseits wird gerade bei regionalen Veranstaltungen die direkte Kommunikation vermisst. Auch hier zeigt sich, dass in Deutschland die Netzinfrastruktur ein limitierender Faktor für die Durchführung von Webinaren sein kann. Trotz aller Widrigkeiten werden die digitalen Fortbildungsangebote genutzt. Das „Urotube"-Format der DGU z. B. hat in den letzten Monaten eine deutlich höhere Nutzung verzeichnet.

Hybridausbildung

Schulungen z. B. in speziellen operativen Techniken, fanden bislang meist in Trainingszentren als Präsenzveranstaltung mit erheblichem Reiseaufwand statt. Unter den geänderten Umständen haben sich die Ausbildung am Simulator und Online-Tutorials etabliert. Es reisen nicht mehr die Teilnehmer, sondern die Trainingssimulatoren reisen zu den Ausbildungskliniken. Hier wird dann die Online-Ausbildung vom Experten in der Ferne durchgeführt mit ggf. Unterstützung von Personal vor Ort.

Neben dem Training am Simulator können auch Schulungen von Operativen (apparativen) Techniken über das Internet begleitet werden. Hierzu ist dann aber

[3] Europäische Datenschutz-Grundverordnung (DS-GVO) (PDF: 1,04 MB).

[4] Digitale-Versorgung-Gesetz.

Hier steht eine Anzeige.

Springer

oft lokal ein vermehrter Personalaufwand (z. B. durch Kameraleute und Tontechniker) notwendig. Der Operateur bzw. das Operationsteam soll ja durch die Übertragung nicht zusätzlich belastet, sondern die Durchführung eines Trainingsprogramms ermöglicht werden.

Trotz dieser Möglichkeiten ist der direkte Kontakt im Rahmen von Schulungen der Operationstechniken zu bevorzugen. Auch mehrere Kameras ersetzen nicht den Rundblick im Operationssaal. Aus der Ferne sind mehr Nachfragen notwendig. Die fragile Internetstruktur bedarf hier auch eines mehrfachen Back-up. z. B. über Telefon und oder E-Mail, um die Schulung auch in kritischen Situationen ohne Kommunikationsverlust durchführen zu können.

Künstliche Intelligenz/„artificial intelligence" (AI)

Die rasante Digitalisierung ermöglicht erhöhte Verbreitung und Zugang zu medizinischem Wissen. Dies erlaubt eine bessere Stratifizierung und personalisierte Behandlung der Patienten – eine Vielzahl neuer diagnostischer Modalitäten, evidenzbasierter Risikomodelle und Therapieverfahren kann damit Einzug (auch z. T. dezentral online anbietbar) in die klinische Routine erhalten [19].

» Die KI kann auch bei der Überwachung von Therapien verwendet werden

Neben der Anwendung von KI als direkte Unterstützung bei der Diagnose, etwa zur Bewertung von Bildern, kann KI auch bei der Überwachung von Therapien verwendet werden. So haben Xiaoying et al. [12] einen Hb-Sensor für die Überwachung der kontinuierlichen Blasenspülung entwickelt, der die Gültigkeit einer Messung absichert, indem er Blasen in der Messstrecke mit Hilfe einer KI erkennt.

Die KI bietet dabei im Vergleich zu klassischen Ansätzen eine wesentlich verbesserte Detektion bei deutlich verringertem Rechenaufwand [8]. Speziell bei dieser Form der Anwendung kann KI rasch einen bedeutenden Beitrag leisten, da die Anwendungen technisch nahezu vollständig kontrolliert und daher effektiv validiert werden können. Insbesondere ist hierbei von Vorteil, dass die Variabilität des technischen Einsatzgebiets im Gegensatz zur Variabilität der Patienten und der jeweiligen Pathologien sehr klein und beherrschbar ist.

KI-Anwendungen in der Urologie

Insbesondere haben sich experimentelle Ansätze von KI-Technologien in der Urologie in den letzten Jahren stark ausgeweitet, dies zeigt die Vielzahl von KI-bezogenen Originalarbeiten aus dem Bereich Urologie mit englischsprachigem Abstract, die in der PubMed-Medline in den letzten 5 Jahren publiziert wurden [7, 9, 10]. Auch auf den nationalen und internationalen wissenschaftlichen urologischen Kongressen nimmt KI zunehmend Raum in den Programmen ein. Shah et al. [15] geben eine hervorragende Übersicht über aktuelle Arbeiten und listen im Bereich der gutartigen urologischen Erkrankungen KI-Verfahren im Zusammenhang mit Harnsteinbildung, benigner Prostatahyperplasie, pädiatrischen Urologie, Urogynäkologie und Nierentransplantation, sowohl bezüglich Befundung, als auch bezüglich der Langzeitprognose und Therapieplanung auf.

Im Bereich urologischer Malignitäten sind Verfahren im Zusammenhang mit Nierenzellkarzinomen, Harnblasenkarzinomen und Prostatakarzinomen, die in den meisten Fällen der Diagnoseunterstützung dienen. Hameed et al. [14] präsentieren in der Mehrzahl retrospektive Studien zur Verwendung von KI-Verfahren in den Bereichen Prostatakarzinom, Urothelkarzinom, Nierentumor, Hydronephrose/Harnwegsreflux, reproduktive Urologie, Harnsteinbildung, pädiatrische Urologie und endourologische Eingriffe.

Die medizinische Anwendung und Verfügbarkeit von KI-basierten Verfahren in der Praxis ist zugleich noch in den Kinderschuhen und erfordert noch signifikante Arbeiten in Forschung und Entwicklung sowie umfangreiche Validierungen. Umso erfreulicher ist die Tatsache, dass sich bereits vor Beginn des 21. Jahrhunderts die ersten Organisationen kristallisierten, die mit speziellem Augenmerk auf Vergleichbarkeit und Verifizierbarkeit der Forschung sog. Challenges organisieren, um neue Algorithmen und Verfahren kompetitiv auf standardisierten Daten zu testen und zu vergleichen. Organisationen wie The Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention Society (MICCAI[5]) legen besonderen Wert darauf, Wissenschaftler, Ingenieure, Ärzte, Chirurgen, Pädagogen und Studenten zusammen zu bringen, um die Entwicklung computergestützter Medizinsysteme voranzutreiben.

Erste urologische KI-Anwendungen

An der Universität von Ann Arbor, Michigan, USA, 1986 zeigten erste Forschungsergebnisse, DGU-gefördert, dass eine computergestützte Auswertung die Beurteilung der Prostatasonographie unterstützen können (◘ **Abb. 7a–c**).

Korrelationsstudien mit Ultraschallbildern und Operationspräparaten führten dazu, dass für das menschliche Auge im Ultraschall praktisch nicht zu differenzierende maligne Strukturen mithilfe neuronaler Netzwerke hervorgehoben werden konnten [2–4]. Die initiale klinische Anwendung im Jahre 1999 belegte die Möglichkeiten von künstlich intelligenten Verfahren zur Erkennung von Prostatakrebs im Ultraschall (◘ **Abb. 8a–d**). Diese Anwendung war eine erste Nutzbarmachung von KI in der urologischen Diagnostik.

Einblicke in laufende Forschung und Entwicklung

In Reviewartikeln zeigen Klot und Kuczyk [10], Suarez-Ibarrola et al. [9]; Chen et al. [22] und Schreiber et al. [7], dass der Großteil der laufenden KI-Entwicklungen in der Urologie der Charakterisierung von Bilddaten in uroonkologischen Fragestellungen zuzuordnen sind. Grundsätzlich ist das Ziel der Entwicklungen, die Qualität und Effizienz in Diagnostik, Therapieentscheidung und Therapiedurchführung zu verbessern.

Das vorrangige Ziel ist, die Untersucher bei der Detektion und Charakterisierung von karzinomverdächtigen Befunden zu unterstützen. Um dieses Ziel wird an der automatischen Erkennung, Segmentierung und Einschätzung von auffälligen Strukturen gearbeitet, um zukünftig eine KI-basierte Auswertung zu unterstützen.

[5] http://www.miccai.org/.

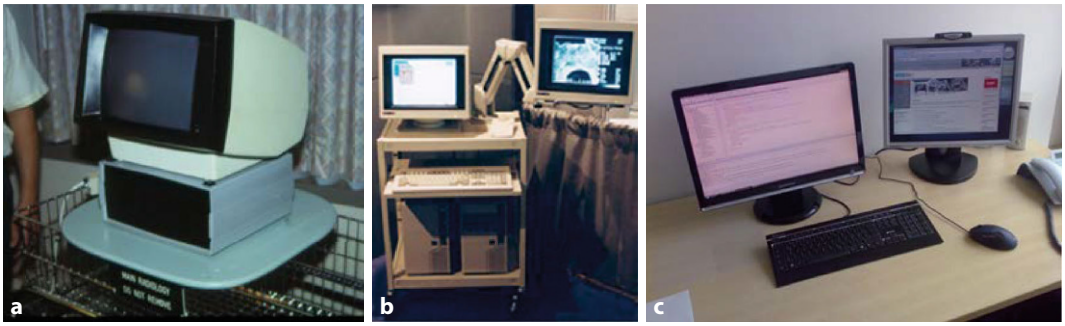

Abb. 7 ▲ Evolution der Hardware in der digitalen Transformation (DT): Erste spezialangefertigte Prototypen zur computergestützten Bildanalysesysteme von 1987 (**a**), 1990er, XT-gesteuert (**b**) bis hin zur online anwendbaren Softwarelösungen (**c**). (Mit freundl. Genehmigung, ©T. Loch, alle Rechte vorbehalten)

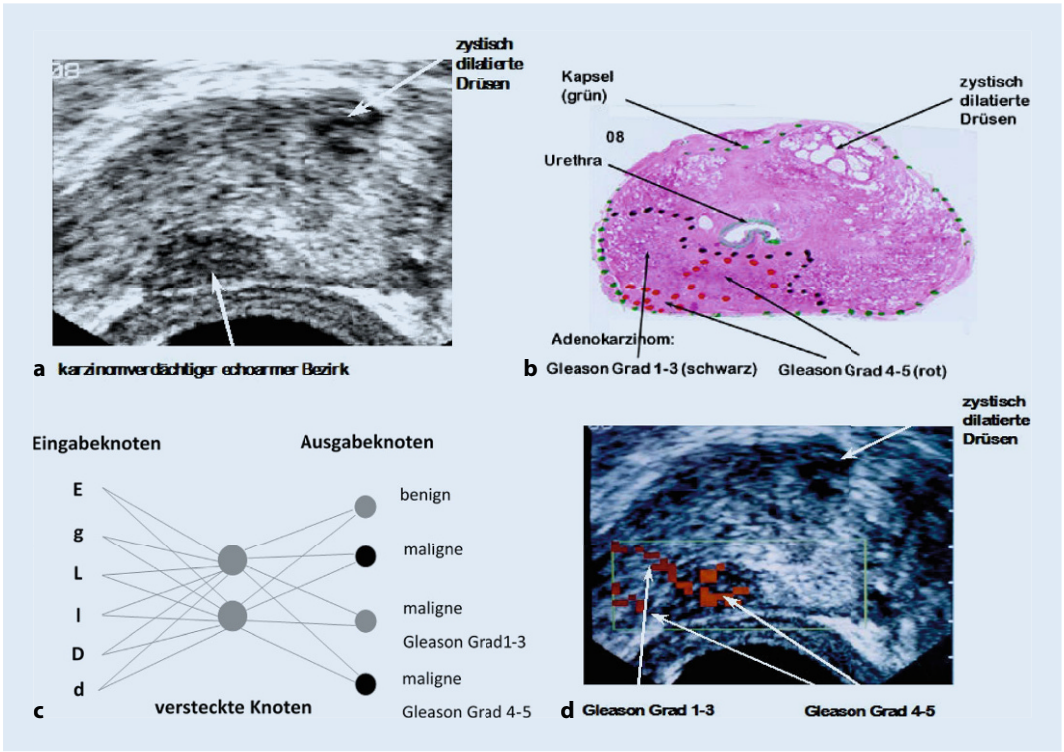

Abb. 8 ▲ **a** TRUS-Bild (transrektaler Ultraschall) der Prostata mit echoarmem Areal im rechten Lappen. **b** Großflächenschnitt 8 mm vom Apex der Prostata entfernt mit einem bilateralen Tumor. Der Gesamttumor ist *schwarz umpunktet*. Areale mit Gleason-Grad 4 und 5 sind *rot markiert*. **c** Schematische Darstellung der artifiziellen neuronalen Netzwerkstruktur: Die Eingabe beinhaltet computergenerierten Deskriptorwerte; Eingangsvariablen). Die histopathologischen Ergebnisse (gutartig, bösartig und Gleason-Grad-1 bis -3 und 4- bis 5, Ausgangsvariablen). **d** Echogleiche Gleason-Grad-1- bis -3-Tumoranteile sowie echoarme und echogleiche Gleason-Grad-4- bis -5-Läsionen werden durch den Computer gleichermaßen erkannt und *rot markiert*. (**a**–**d** mod. nach Loch et al. [3])

Abb. 9 zeigt ein Beispiel aus dem Bereich der Prostatabildgebung mit Segmentierung von transrektalen Ultraschalldaten (TRUS; Reis u. Loch unpublished information).

Im Bereich der Pathologie wird an der unterstützten, quantitativen Befundung von mikroskopischen Schnittbildern der Prostata geforscht und entwickelt. Arvaniti et al. [23] und Ström et al. [24] zeigen in ihren Arbeiten, dass KI-basierte Werkzeuge zwischen gesunden und malignen Arealen in den Gewebepräparaten differenzieren können und bei der Klassifikation von Gleason-Graden die Genauigkeit mit der Interreader-Variabilität erfahrener Pathologen erreichen können (**Abb. 10**).

Nagpal et al. [16] zeigten, dass bei 752 Prostatabiopsien das „deep learning system" (DLS) eine höhere Übereinstimmung bzgl. der Bestimmung des Gleason Scores mit dem Uropathologen hatte als diejenige allgemeiner Pathologen. Sie schlussfolgern, dass das DLS bei der Diagnostik und Therapieentscheidung unterstützen kann, wenn kein Uropathologe verfügbar ist.

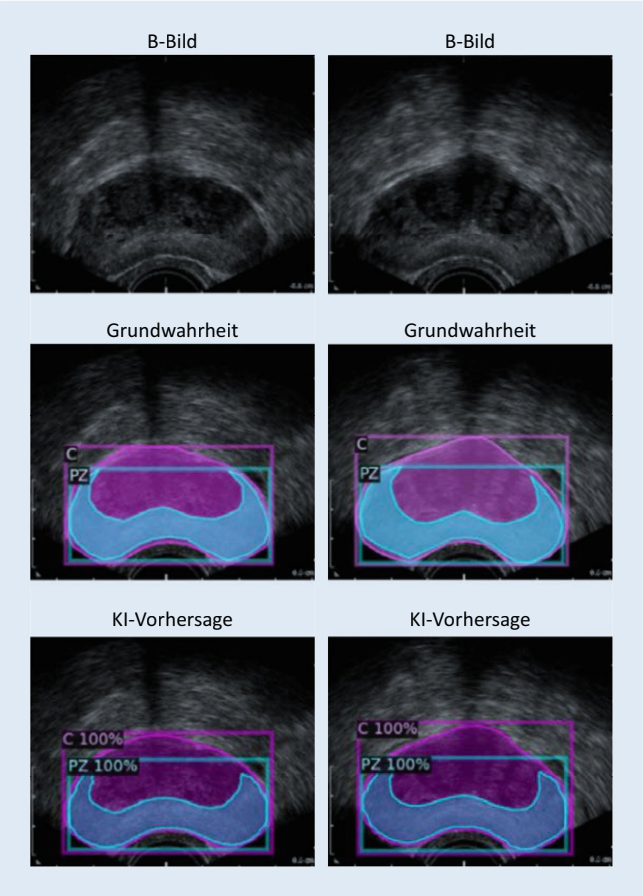

Abb. 9 ◀ TRUS-Querschnitte (transrektaler Ultraschall) mit Beispielen von Deep-learning-basierten Prostatasegmentierungen (*KI* künstliche Intelligenz, WTSH gefördert: LPW-E/1.2.3/1707). (Mit freundl. Genehmigung, ©T. Loch, G. Reis, alle Rechte vorbehalten)

Klinische Relevanz der DT

Um aussagekräftige Daten über die mögliche Auswirkungen bzw. Effekte der DT bzw. KI-Anwendung zu gewinnen, bedarf es einer längeren Nachbeobachtungszeit. Beim Prostatakarzinom (PCa) z. B. erscheint hier ein Zeitraum von mindestens 10 Jahren angebracht, um einen negativen Effekt eines verpassten Tumors zu erkennen. Doch leider gibt es bis auf wenige Ausnahmen keine Daten über die Langzeitbeobachtung von KI unterstützten Diagnosesystemen (◘ **Abb. 11**).

Eine Ausnahme ist hier das web-basierte ANNA-System, welches PCa-spezifische biometrische Ultraschallsignalinformationen, abgeleitet von radikalen Prostatektomieproben, zur Identifizierung von Biopsiezielen und zur Überwachung von Bildveränderungen im Laufe der Zeit verwendet. Die Bilddaten und Biopsieergebnisse können telemedizinisch abgerufen werden und die Befunde mit Lokalisationen der Vorbiopsien zur Verlaufsbeobachtung und bei Rebiopsien genutzt werden. In dieser Arbeit wurden die 12-Jahres-Ergebnisse in Bezug auf ANNAs Fähigkeit zum Nachweis und Gradierung von PCa mit sechs gezielten Biopsien untersucht [5].

Die Langzeit-Follow-up-Daten liefern starke Belege dafür, dass ANNA als CE-zertifiziertes Medizinprodukt eine nützliche Methode in der Primärdiagnose, zur Überwachung von Patienten mit erhöhten PSA-Werten (prostataspezifisches Antigen) und damit eine mögliche Alternative zur systematischen Wiederholungsbiopsien der PCa ist. Nach 12 Jahren Nachbeobachtung waren 97 % der Patienten entweder ohne Anzeichen eines PCa oder wurden in ein kurables Stadium diagnostiziert. Als Innovation konnte das Trend-Monitoring (◘ **Abb. 12**) der Prostata in die klinische Anwendung eingeführt werden [6].

Wird die DT zu einer besseren Versorgung führen?

Um die klinische Relevanz der DT abschließend beurteilen zu können, müssen Studien und Langzeitverläufe von Patienten ausgewertet werden. Viele der heutigen Projekte sind in einer Phase der Entwicklung und Validierung, somit noch nicht in der Versorgung etabliert. Hier bleibt abzuwarten, ob sich die Methoden der DT in der Praxis und über die Zeit durchsetzen. Eine endgültige Beurteilung über klinische Relevanz und Kosten/Nutzen wird wahrscheinlich mittel- bis langfristig möglich sein.

» Eine endgültige Beurteilung über die klinische Relevanz und Kosten/Nutzen wird erst mittel- bis langfristig möglich sein

Die DT bietet starke Anreize zur Standardisierung von Daten und Prozessen. Hierdurch werden klinische und medizintechnische Forschung auf ein wesentlich solideres Fundament gestützt, da z. B. Primärdaten als auch abgeleitete Daten in mehr als nur einer Studie verwendet werden können. Durch intelligente Transformationsmechanismen (z. B. „natural language processing", NLP) werden auch unterschiedliche Begrifflichkeiten normalisiert bzw. standardisiert werden, was insbesondere die europaweite Zugreifbarkeit und Interpretierbarkeit medizinischer Sachverhalte wesentlich erleichtern wird.

Wenn sich KI-Methoden zur Diagnose und Unterstützung als geeignet erweisen, dann werden diese zu einer Standardisierung in der Patientenversorgung führen. Unterschiedliche Ausbildung, Erfahrung und v. a. die Tagesform von Personal kann auf diese Weise zu großen Teilen kompensiert werden.

Bereits jetzt finden Konzepte der DT und damit einhergehend Konzepte der Industrie 4.0/„internet of things" Anwendung in der Medizin. Dieser Trend wird sich fortsetzen, sodass medizinische Geräte vom Krankenbett, über Intensivversorgung und Operationssaal bis hin zum Praxen- und Krankenhausmanagement vernetzt sein werden.

Dies erlaubt zum einen die Optimierung von Prozessen und Prozessketten. Geräte werden optimiert genutzt, die mehrfache Erhebung von Daten wird vermieden und die Planbarkeit wird erhöht. Zum anderen werden Patientendaten besser und ubiquitär zugreifbar und können in Folge zu einer sowohl stärker individualisierten, patien-

Hier steht eine Anzeige.

Springer

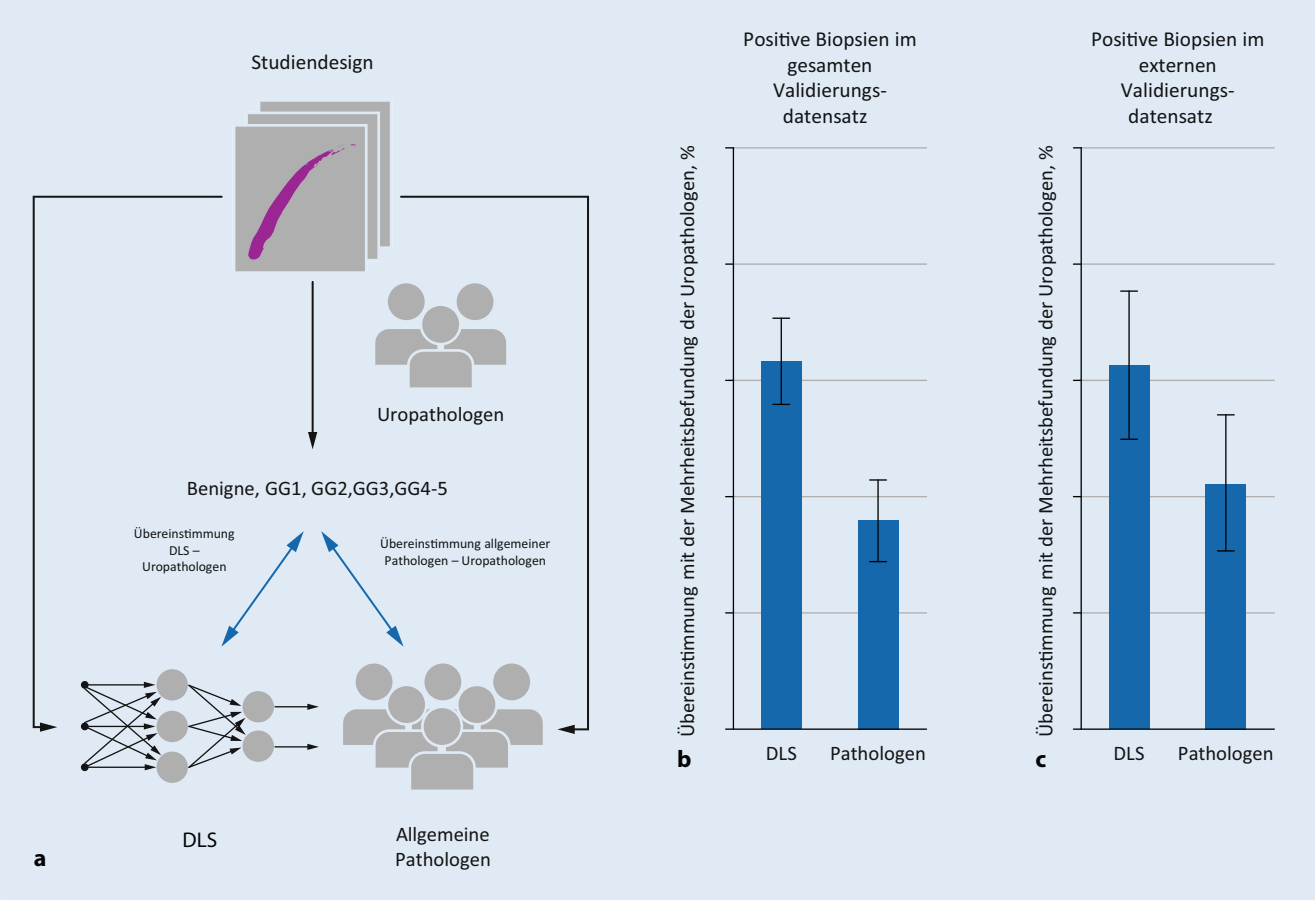

Abb. 10 ▲ Vergleich von DLS („deep learning system") und allgemeinen Pathologen in der Übereinstimmung mit Uropathologen bzgl. der Bestimmung des Gleason Scores der tumortragenden Biopsien: **a** Studiendesign; **b** Übereinstimmung von DLS und Pathologen mit Uropathologen für alle 498 positive Biopsien; **c** Subanalyse der 175 positiven Biopsien für die externe Validierungsgruppe. (Mod. nach Nagpal et al. [16])

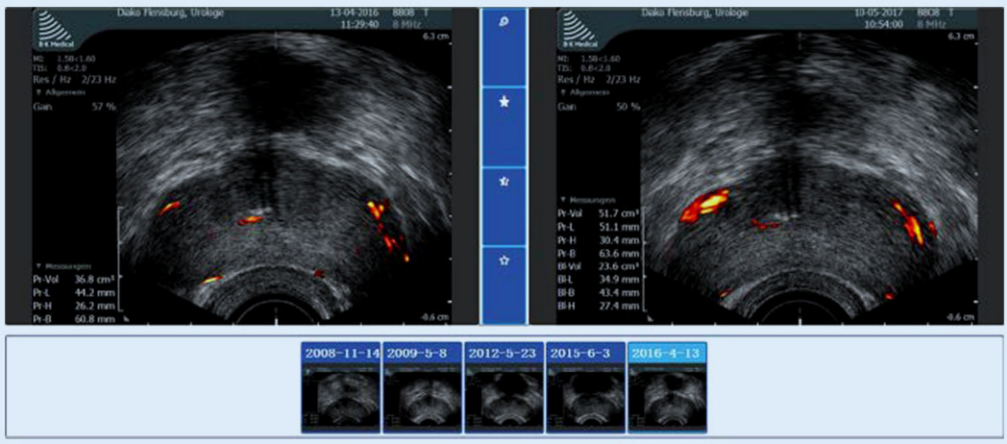

Abb. 11 ◄ ANNA zeigt ein wachsendes *rot markiertes* krebsverdächtiges Areals über die Zeit von 9 Jahren. (Mit freundl. Genehmigung, ©T. Loch, alle Rechte vorbehalten)

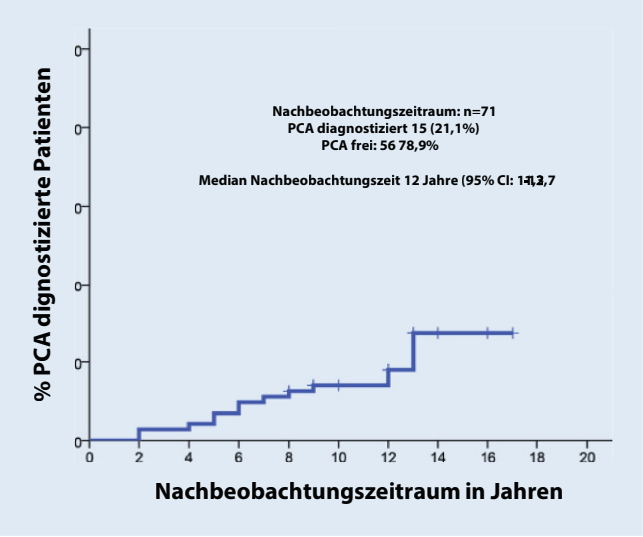

Abb. 12 ◀ Darstellung der Prostatakarzinomdiagnosestellung mittels ANNA im zeitlichen Verlauf (*PCA* Prostatakarzinom). (Mod. nach Tokas et al. [5])

tenzentrierten als auch ganzheitlicheren Versorgung genutzt werden.

Fazit für die Praxis

- **Die digitale Transformation (DT) in der Urologie kann durch Prozessverbesserung kosteneffizient die Behandlungsqualität verbessern und damit auch die Patienten- und Mitarbeiterzufriedenheit.**
- **Ein „schlechter" analoger Prozess bleibt nach digitaler Transformation ein „schlechter" digitaler Prozess.**
- **Die Arbeitsumgebung wird sich in der gesamten Medizin ändern. Hier gilt es, die ärztliche Expertise bestmöglich einzusetzen.**
- **Die DT in der Urologie wird unaufhaltsam stattfinden. Es gilt die Chancen zu nutzen und dies kann nur geschehen indem die urologische Gemeinschaft jetzt versucht so viel wie möglich selbst oder mitzugestalten. Die Gefahr des „Abwürgens" der Entwicklung durch Überregulation muss strikt vermieden werden.**
- **So ist es nicht die Digitalisierung, die den eigentlichen Fortschritt erzeugt, sondern der Prozess, der die Möglichkeiten innovativer Techniken zum Vorteil werden lässt.**

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. T. Loch
Klinik für Urologie, DIAKO Krankenhaus gGmbH, Akademisches Lehrkrankenhaus der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Knuthstr. 1, 24939 Flensburg, Deutschland
lochti@diako.de

Danksagung. Wir danken den Mitgliedern des AK IT@DOC der DGU für den Input, und Frau PD Dr. med Angelika Borkowetz für die Daten der Umfrage zur Digitalisierung in der Urologie.

Förderung. Das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein hat die von uns eingesetzte Technologie der ANNA Technologies GmbH im Rahmen des Landesprogramms Wirtschaft aus GRW Mitteln nach Maßgabe der „Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung betrieblicher Forschung, Entwicklung und Innovation (BFEI-Richtlinie)" eine Zuwendung als Zuschuss im Rahmen einer Projektförderung bewilligt.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. G. Reis und U. Witzsch geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. T. Loch ist Erfinder der Methode und Teilhaber der ANNA Technologies/ Deutschland GmbH.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Kopp I (2019) Digitalisierung von Leitlinienwissen. Präsentation im Rahmen der Delegiertenkonferenz der AWMF am 09.11.2019. https://www.awmf.org/fileadmin/user_upload/Die_AWMF/Delegiertenkonferenz/DK-2019-11/TOP_10_20191109_AWMF-DelKonf_Digitalisierung_Kopp.pdf. Zugegriffen: 10. Jan. 2020. https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005
2. Loch T, Gettys T, Cochran JS, Fulgham PF, Bertermann H (1990) Computer-aided image-analysis in transrectal ultrasound of the prostate. World J Urol 8:150
3. Loch T, Leuschner I, Genberg C, Weichert-Jacobsen K, Küppers F, Yfantis Y, Evans M, Tsarev V, Stöckle M (1999) Artificial neural network analysis (ANNA) of prostatic transrectal ultrasound. Prostate 39:198–204
4. Loch T, Leuschner I, Genberg C, Weichert-Jacobsen K, Küppers F, Retz M, Lehmann J, Yfantis E, Evans M, Tsarev V, Stöckle M (2000) Weiterentwicklung des transrektalen Ultraschalls. Artifizielle neuronale Netzwerkanalyse (ANNA) in der Erkennung und Stadieneinteilung des Prostatakarzinoms. Urologe A 39(4):341–347
5. Tokas T, Grabski B, Paul U, Bäurle L, Loch T (2018) A 12-year follow-up of ANNA/C-TRUS image-targeted biopsies in patients suspicious for prostate cancer. World J Urol 36(5):699–704
6. Xie Y, Tokas T, Grabski B, Loch T (2018) Internal Fusion: exact correlation of transrectal ultrasound images of the prostate by detailed landmarks over time for targeted biopsies or follow-up. World J Urol 36(5):693–698
7. Schreiber A, Hahn H, Wenzel M, Loch T (2020) Künstliche Intelligenz: Was müssen Urolog*innen wissen? Urologe A 59(9):1026–1034
8. Rosenblatt F (1958) The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychol Rev 65(1958):386–408
9. Suarez-Ibarrola R, Hein S, Reis G, Gratzke C, Miernik A (2019) Current and future applications of machine and deep learning in urology: a review of the literature on urolithiasis, renal cell carcinoma, and bladder and prostate cancer. World J Urol. https://doi.org/10.1007/s00345-019-03000-5
10. Von Klot CJ, Kuczyk MA (2019) Künstliche Intelligenz und neuronale Netze in der Urologie. Urologe A 58(3):291–299
11. Berlin A et al (2021) Implementation and outcomes of virtual care across a tertiary cancer center during COVID-19. JAMA Oncol 7(4):597–602. https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2020.6982
12. Tan X, Reis G, Stricker D (2019) Convolutional recurrent neural network for bubble detection in a portable continuous bladder irrigation monitor. In: Riaño D, Wilk S, ten Teije A (Hrsg) Artificial intelligence in medicine Conference on Artificial Intelligence in Medicine (AIME-2019), Poznan, Poland, June 26–29 2019 Springer, Cham, S 57–66
13. Videosprechstunde, Telemedizin KVBW Modellprojekt DocDirect: https://www.docdirekt.de/start/ueber-docdirekt Medgate: https://www.medgate.ch/en-us/about-us/about-medgate
14. Hameed BMZ, Dhavileswarapu AVLS, Raza SZ, Karimi H, Khanuja HS, Shetty DK, Ibrahim S, Shah MJ, Naik N, Paul R, Rai BP, Somani BK (2021) Artificial intelligence and its impact on urological diseases and management: a comprehensive review of the literature. J Clin Med 10:1864. https://doi.org/10.3390/jcm10091864
15. Shah M, Naik N, Somani BK, Hameed BMZ (2020) Artificial intelligence (AI) in urology – current use and future directions: an iTRUE study. Turk J Urol 46(Suppl 1):S27–S39. https://doi.org/10.5152/tud.2020.20117
16. Nagpal K, Foote D, Tan F, Liu Y, Chen PC, Steiner DF, Manoj N, Olson N, Smith JL, Mohtashamian A, Peterson B, Amin MB, Evans AJ, Sweet JW, Cheung C, van der Kwast T, Sangoi AR, Zhou M, Allan R, Humphrey PA, Hipp JD, Gadepalli K, Corrado GS, Peng LH, Stumpe MC, Mermel CH (2020) Development and validation of a deep learning algorithm for Gleason grading of prostate cancer from biopsy specimens. JAMA Oncol 6(9):1372–1380. https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2020.2485
17. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018) Monitoring Report Wirtschaft DIGITAL
18. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020) Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex

19. Jiang F, Jiang Y, Zhi H et al (2017) Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. Stroke Vasc Neurol 2(4):230–243. https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101
20. BMI, Statistisches Bundesamt, McKinsey (2018) Digitalisierung im Gesundheitswesen: die Chancen für Deutschland – Analyse
21. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018) Digitalisierungsreport des Bundeswirtschaftsministriums von 2018
22. Chen J et al (2019) Current status of artificial intelligence applications in urology and their potential to influence clinical practice. BJU Int 124:567–577
23. Arvaniti E, Fricker KS, Moret M et al (2018) Automated Gleason grading of prostate cancer tissue microarrays via deep learning. Sci Rep. https://doi.org/10.1038/s41598-018-30535-1
24. Ström P et al (2020) Artificial intelligence for diagnosis and grading of prostate cancer in biopsies: a population-based, diagnostic study. Lancet Oncol 21(2):222–232. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30738-7

Abstract

Digital transformation in urology—opportunity, risk or necessity?

Ultimately, new (digital) techniques and artificial intelligence (AI) applications are changing the working environment in urology. This can be an opportunity for further development, but also a change which is not desired. Adjustments to work processes may be necessary. So-called disruptive processes lead to fundamental changes. In the context of the digital transformation, our way of working is changing. Classic hierarchies, working hours, and working environments are dissolving in favor of creative and flexible working models and corporate structures. Clinics and practices in urology must prepare themselves for changing requirements and be able to provide answers.

Keywords
Artificial intelligence · Telemedicine · Healthcare · Data security · Precision medicine

Werden Sie Gutachter*in für Der Urologe

Qualifizierte Gutachter*innen sind für die hohe Qualität und Objektivität der Beiträge in *Der Urologe* essentiell. Werden auch Sie Gutachter*in und prüfen Sie im Rahmen des Peer-Review-Prozesses Manuskripte inhaltlich-wissenschaflich und äußern Sie Ihre Empfehlungen zur konkreten Verbesserung.

Jetzt registieren

Registieren Sie sich auf **www.editorialmanager.com/deur** und geben Sie unter „Classification" die Bereiche Ihrer Expertise an.

Sie sind bereits registriert? Bitte prüfen Sie, ob alle Daten aktuell sind und Sie bereits „Classifications" hinterlegt haben, damit die Herausgeber von Der Urologe Sie für ein Gutachten berücksichtigen können.

Gutachter*innentätigkeit sichtbar machen

Ihre Expertise ist gefragt. Machen Sie dies sichtbar! Publons (**www.publons.com**) ist eine Onlineplattform, die es Wissenschaftlern ermöglicht, ihre Tätigkeit bei akademischen Fachzeitschriften sichtbar zu machen. Ziel von Publons ist es, das Peer Review als messbare wissenschaftliche Leistung anzuerkennen. Auf der Seite wird übersichtlich und nachvollziehbar dokumentiert, wie häufig die eigene Expertise in einem speziellen Fachgebiet nachgefragt wurde, was z. B. für Bewerbungsverfahren genutzt werden kann.

Um Ihr Review auf Publons anzugeben, registrieren Sie sich einmalig kostenfrei. Im Anschluss können Sie Ihr Gutachten direkt innerhalb Ihres Profils eingeben. Alternativ leiten Sie die englischsprachige E-Mail, mit der Ihnen der Erhalt des Gutachtens bestätigt wurde, an **reviews@publons.com** weiter.

Ihre Verlagsredaktion steht Ihnen bei allen Fragen gern zur Verfügung.